

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS : Se Ho PARK et al.  
SERIAL NO. : Not Yet Assigned  
FILED : August 12, 2003  
FOR : AMPLIFYING OPTICAL FIBER AND METHOD FOR  
FABRICATING THE SAME

**PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

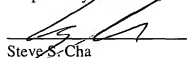
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

| <u>COUNTRY</u>    | <u>SERIAL NO.</u> | <u>FILING DATE</u> |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| Republic of Korea | 2002-51146        | August 28, 2002    |

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

  
Steve S. Cha  
Attorney for Applicant  
Registration No. 44,069

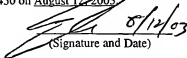
CHA & REITER  
411 Hackensack Ave, 9<sup>th</sup> floor  
Hackensack, NJ 07601  
(201)518-5518

Date: August 12, 2003

**Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on August 12, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069  
Name of Registered Rep.)

 8/12/03  
(Signature and Date)

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

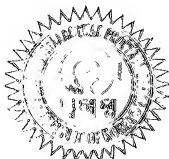
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0051146  
Application Number PATENT-2002-0051146

출원년월일 : 2002년 08월 28일  
Date of Application AUG 28, 2002

출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002    년    10    월    10    일

특    허    청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

|            |  |
|------------|--|
| 【서류명】      | 특허출원서  |
| 【권리구분】     | 특허   |
| 【수신처】      | 특허청장   |
| 【참조번호】     | 0002   |
| 【제출일자】     | 2002.08.28   |
| 【국제특허분류】   | G02B   |
| 【발명의 명칭】   | 증폭용 광섬유 및 그 제조 방법  |
| 【발명의 영문명칭】 | AMPLIFYING OPTICAL FIBER AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME |

## 【출원인】

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 【명칭】    | 삼성전자 주식회사       |
| 【출원인코드】 | 1-1998-104271-3 |

## 【대리인】

|            |                 |
|------------|-----------------|
| 【성명】       | 이건주             |
| 【대리인코드】    | 9-1998-000339-8 |
| 【포괄위임등록번호】 | 1999-006038-0   |

## 【발명자】

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| 【성명의 국문표기】 | 박세호                        |
| 【성명의 영문표기】 | PARK, Se Ho                |
| 【주민등록번호】   | 730120-1019224             |
| 【우편번호】     | 730-772                    |
| 【주소】       | 경상북도 구미시 옥계동 부영아파트 2차 204호 |
| 【국적】       | KR                         |

## 【발명자】

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| 【성명의 국문표기】 | 양진성                             |
| 【성명의 영문표기】 | YANG, Jin Seong                 |
| 【주민등록번호】   | 660314-1055521                  |
| 【우편번호】     | 730-031                         |
| 【주소】       | 경상북도 구미시 공단1동 삼성전자10아파트 3동 201호 |
| 【국적】       | KR                              |

## 【발명자】

|            |              |
|------------|--------------|
| 【성명의 국문표기】 | 도문현          |
| 【성명의 영문표기】 | DO, Mun Hyun |

|          |   |   |           |
|----------|---|---|-----------|
| 【주민등록번호】 | 650105-1455215  |   |           |
| 【우편번호】   | 718-831   |   |           |
| 【주소】     | 경상북도 칠곡군 석적면 남율리 710번지 우방 신천지 타운<br>113동 130 2호                   |   |           |
| 【국적】     | KR  |   |           |
| 【심사청구】   | 청구  |   |           |
| 【취지】     | 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인<br>이건주 (인) |   |           |
| 【수수료】    |   |   |           |
| 【기본출원료】  | 20  | 면 | 29,000 원  |
| 【가산출원료】  | 8   | 면 | 8,000 원   |
| 【우선권주장료】 | 0   | 건 | 0 원       |
| 【심사청구료】  | 7   | 항 | 333,000 원 |
| 【합계】     | 370,000 원   |   |           |

**【요약서】****【요약】**

본 발명에 따른 증폭용 광섬유는, 상기 광섬유의 중심에 위치하며, MX,  $\text{GaS}_{3/2}$  및 RE를 포함하여 조성된 내부 코어와; 상기 내부 코어를 둘러싸며,  $\text{SiO}_2$ 를 포함하여 조성된 외부 코어와; 상기 외부 코어를 둘러싸며,  $\text{SiO}_2$ 를 포함하여 조성된 클래딩을 포함하여 구성되며, 상기 MX를 구성하는 M은 Na, K, Rb 및 Cs로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이며, 상기 MX를 구성하는 X는 F, Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이고, 상기 RE는 Ce, Pr, Pm, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Dy, Er, Tm 및 Yb로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이다.

**【대표도】**

도 4

**【색인어】**

광섬유, 증폭, 희토류 원소

【명세서】

【발명의 명칭】

증폭용 광섬유 및 그 제조 방법{AMPLIFYING OPTICAL FIBER AND METHOD FOR  
FABRICATING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1 및 도 2는 종래에 따른 오버 자켓팅 방법을 이용한 불화물계 증폭용 광섬유의  
제조 방법을 설명하기 위한 도면,

도 3은 종래에 따른 불화물계 증폭용 광섬유를 나타내는 도면,

도 4는 본 발명에 따른 증폭용 광섬유를 나타내는 도면,

도 5 내지 도 9는 본 발명에 따른 증폭용 광섬유 소재의 제조 방법을 설명하기 위  
한 도면,

도 10은 광증폭 이득 측정 장치의 구성을 나타내는 도면,

도 11는 도 10에 도시된 장치에 의해 측정된 광증폭 이득 스펙트럼을 나타내는 도  
면.

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<7> 본 발명은 광섬유에 관한 것으로서, 특히 증폭용 광섬유 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<8> 희토류(Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb) 원소는  $3^+$ 가 이온 상태에서 4f-4f 전자 천이에 의해 형광을 방출할 수 있다. 희토류를 함유한 광섬유는 유도 방출(stimulated emission) 효과에 의해 입력된 광신호를 증폭하는 기능을 가질 수 있다. 그리고, 광섬유 양단의 반사율을 적절히 조절하면 유도방출이 연속적으로 발생하는 광섬유 레이저의 기능을 가질 수 있다. 대표적으로 광통신용 대역인 1.3~1.4 $\mu\text{m}$  파장에서는  $\text{Pr}^{3+}$ 와  $\text{Nd}^{3+}$ 와  $\text{Dy}^{3+}$ 가 형광을 방출하며, 1.4~1.5 $\mu\text{m}$  파장에서는  $\text{Tm}^{3+}$ 가 형광을 방출하며, 1.5~1.6 $\mu\text{m}$  파장에서는  $\text{Er}^{3+}$ 가 형광을 방출한다. 그러므로, 현재 1.5~1.6 $\mu\text{m}$  파장의 광통신 대역에서는  $\text{Er}^{3+}$  함유 광섬유 증폭기(EDFA,  $\text{Er}^{3+}$ -doped fiber amplifier)가 널리 사용되고 있다.

<9> 1.5~1.6 $\mu\text{m}$  파장에서는  $\text{Er}^{3+}$  함유 광섬유 증폭기의 경우 기존에 널리 사용되고 있는 석영(silica) 유리 광섬유에  $\text{Er}^{3+}$ 를 첨가하여 사용하고 있으나, 1.3~1.4 $\mu\text{m}$  파장이나 1.4~1.5 $\mu\text{m}$  파장에서는  $\text{Pr}^{3+}$ 와  $\text{Dy}^{3+}$ 와  $\text{Tm}^{3+}$ 가 석영 유리에서 형광을 방출하는 효율이 낮아 광섬유 증폭기가 실용화되지 않았었다. 이와 같은 문제점의 대안으로서, 카즈오 후지우라(Kazuo Fuziura) 등에 의해 발명되어 특허허여된 미국특허번호 제5,071,460호("Process for the preparation of fluoride glass and process for the preparation of

optical fiber preform using the fluoride glass")와, 루보스 바차(Lubos Vacha) 등에 의해 발명되어 특허허여된 미국특허번호 제5,567,219호("Polyimide coated heavy metal fluoride glass fiber and method of manufacture")에서는 불화물(fluoride)계 유리 광섬유에 회로류 성분을 첨가하여 형광을 방출하는 효율을 높여 증폭용 광섬유를 제조하는 방법을 개시하고 있다.

<10> 그러나, 불화물계 유리는 기존의 실리카 유리처럼 화학 증착법으로 고순도의 유리 모재를 제조하지 못하였고, 코어와 클래딩 성분의 굴절률 차이를 0.1% 범위에서 조절하기 어려운 문제점이 있다. 이와 같은 문제점의 대안으로서, 오버 자켓팅 방법을 이용한 불화물계 증폭용 광섬유의 제조 방법이 공지되어 있다.

<11> 도 1 및 도 2는 종래에 따른 오버 자켓팅 방법을 이용한 불화물계 증폭용 광섬유의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 증폭용 광섬유의 코어(core)에 해당하는 부분을 봉(rod, 110) 형태로 만들고, 클래딩(cladding)에 해당하는 부분을 튜브(tube, 120) 형태로 만든다. 상기 튜브(120)의 홀(125) 내에 상기 봉(110)을 삽입 및 조립하여 하나의 봉 형상의 모재를 만든다. 이후 광섬유 인출 설비를 사용하여 불화물계 증폭용 광섬유를 인출하였다.

<12> 한편, 폴리 완다 추(Polly Wanda Chu) 등에 의해 발명되어 특허허여된 미국특허번호 제6,128,430호("Composition for optical waveguide article and method for making continuous clad filament")와, 폴리 완다 추(Polly Wanda Chu) 등에 의해 발명되어 특허허여된 미국특허번호 제6,374,641호("Method of making an optical fiber by melting particulate glass in a glass cladding tube")에서는

석영계 유리 성분을 석영 튜브 내에서 불소처리(fluorinate)하는 방법, 즉 코어 부분의 성분을 석영계에서 불화물계로 치환하는 방법을 사용하여 제조 방법을 개선하였다.

<13> 도 3은 종래에 따른 불화물계 증폭용 광섬유를 나타내는 도면이다. 상기 증폭용 광섬유(200)는 그 중심에 위치하는 코어(210)와, 상기 코어(210)를 둘러싸는 클래딩(220)으로 구성된다. 굴절을 분포 곡선(230)에서 알 수 있다시피 상기 코어(210)와 상기 클래딩(220)의 굴절률 차이가 크므로, 다중 모드(multi-mode, 240 및 250)로 광신호가 진행하는 문제가 발생한다. 광신호를 단일 모드(single-mode)로 진행시키기 위해 상기 증폭용 광섬유(200)의 코어 직경(A)을 4 $\mu$ m 이하로 낮추면, 통상적으로 코어 직경이 8 $\mu$ m인 석영계 증폭용 광섬유와 접속시 접속 손실이 매우 커지는 문제가 발생한다.

<14> 상술한 바와 같이, 종래에 따른 증폭용 광섬유는 하기하는 바와 같은 문제점들을 가진다.

<15> 첫 째, 코어와 클래딩의 굴절률 차이가 큰 증폭용 광섬유 내에서는 다중 모드(multi-mode)로 광파가 진행한다는 문제가 발생한다.

<16> 둘 째, 광파를 단일 모드로 진행시키기 위해 불화물계 증폭용 광섬유의 코어 직경을 4 $\mu$ m 이하로 낮추면 코어 직경이 8 $\mu$ m인 석영계 광전송용 광섬유와 접속시 접속 손실이 매우 커지는 문제가 발생한다.

<17> 셋 째, 불화물계 유리는 수분에 노출되면 유리 내 OH 화학 결합이 증가하기 때문에, 광파의 손실을 증가시키고 광섬유의 기계적 강도를 크게 저하시킴으로써 증폭용 광섬유의 신뢰성을 감소시키는 문제가 발생한다.

- <18> 넷째, 석영계 유리를 불화물계 유리로 치환할 경우에, 산소 함유 불화물계 (oxy-fluoride) 코어 조성에 따른 광산란 손실이 매우 커지는 문제가 발생한다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <19> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 코어 직경을 8  $\mu\text{m}$ 로 유지하여 접속 손실을 최소화하는 동시에 광신호가 단일 모드로 진행할 수 있는 증폭용 광섬유를 제공함에 있다.
- <20> 본 발명의 다른 목적은 수분에 노출되더라도 광파의 손실이 증가하지 않고 광섬유의 기계적 강도가 유지될 수 있는 증폭용 광섬유를 제공함에 있다.
- <21> 본 발명의 또 다른 목적은 형광 방출 효율 및 광증폭 효율이 향상된 증폭용 광섬유를 제공함에 있다.
- <22> 본 발명의 또 다른 목적은 광산란 손실이 감소된 증폭용 광섬유를 제공함에 있다.
- <23> 본 발명의 또 다른 목적은 상기한 목적들을 구현하기 위한 증폭용 광섬유의 제조 방법을 제공함에 있다.
- <24> 상기한 목적들을 달성하기 위하여 본 발명에 따라 그 내부로 진행되는 광신호를 유도 방출을 이용하여 증폭하기 위한 광섬유는, 상기 광섬유의 중심에 위치하며, MX,  $\text{GaS}_{3/2}$  및 RE를 포함하여 조성된 내부 코어와; 상기 내부 코어를 둘러싸며,  $\text{SiO}_2$ 를 포함하여 조성된 외부 코어와; 상기 외부 코어를 둘러싸며,  $\text{SiO}_2$ 를 포함하여 조성된 클래딩을 포함하여 구성되며, 상기 MX를 구성하는 M은 Na, K, Rb 및 Cs로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이며, 상기 MX를 구성하는 X는 F, Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터

터 선택된 하나의 성분이고, 상기 RE는 Ce, Pr, Pm, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Dy, Er, Tm 및 Yb로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<25> 이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

<26> 도 4는 본 발명에 따른 증폭용 광섬유를 나타내는 도면이다. 상기 증폭용 광섬유(300)는 상기 증폭용 광섬유(300)의 중심에 위치하는 내부 코어(310)와, 상기 내부 코어(310)를 둘러싸는 외부 코어(320)와, 상기 외부 코어(320)를 둘러싸는 클래딩(330)을 포함하여 구성된다.

<27> 상기 내부 코어(310)의 직경(C)은 0.1~8 $\mu$ m이며, 상기 내부 코어(310)는 5~67몰%인 MX, 5~50몰%인 GaS<sub>3/2</sub> 및 0.001~5몰% 이하인 RE를 포함하여 조성될 수 있다. 또한, 0보다 크고 33몰% 이하인 Ge, 0보다 크고 40몰% 이하인 As, 0보다 크고 67몰% 이하인 S 및 0보다 크고 50몰% 이하인 LaS<sub>3/2</sub> 중 하나 이상의 성분을 더 포함할 수 있다. 상기 MX를 구성하는 M은 Na, K, Rb 및 Cs로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이며, 상기 MX를 구성하는 X는 F, Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이다. 또한, 상기 RE는 희토류 원소로서 Ce, Pr, Pm, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Dy, Er, Tm 및 Yb로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 원소이다.

- <28> 상기 외부 코어(320)의 직경(D)은 2~10 $\mu$ m이며, 상기 외부 코어(320)는 30~100몰%인 SiO<sub>2</sub>를 포함하여 조성될 수 있다. 또한, 0보다 크고 30몰% 이하인 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0보다 크고 10몰% 이하인 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0보다 크고 10몰% 이하인 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0보다 크고 30몰% 이하인 GeO<sub>2</sub>, 0보다 크고 40몰% 이하인 PbO 및 0보다 크고 10몰% 이하인 SiF<sub>4</sub> 중 하나 이상의 성분을 더 포함할 수 있다.
- <29> 상기 클래딩(330)의 직경(E)은 100~250 $\mu$ m이며, 상기 클래딩(330)은 30~100몰%인 SiO<sub>2</sub>를 포함하여 조성될 수 있다. 또한, 0보다 크고 30몰% 이하인 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0보다 크고 10몰% 이하인 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0보다 크고 10몰% 이하인 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0보다 크고 30몰% 이하인 GeO<sub>2</sub>, 0보다 크고 40몰% 이하인 PbO 및 0보다 크고 10몰% 이하인 SiF<sub>4</sub> 중 하나 이상의 성분을 더 포함할 수 있다. 상기 외부 코어(320)와 클래딩(330) 간의 굴절률 차인  $\Delta n$ 은 0.001~10%이며, 바람직하게는 2% 이하로 설정된다. 선택적으로, 상기 내부 코어(310)와 외부 코어(320) 간의 굴절률 차를 2% 이하로 설정할 수 있으며, 이 때 상기 내부 코어(310)의 직경(C)은 1~8 $\mu$ m로 설정된다.
- <30> 도 5 내지 도 9는 본 발명에 따른 증폭용 광섬유 소재의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 상기 증폭용 광섬유 소재의 제조 방법은 외부 코어 형성 과정과, 원료 물질 공급 과정과, 내부 코어 형성 과정과, 튜브 수축 과정으로 구성된다.
- <31> 상기 외부 코어 형성 과정은 화학 증착법(chemical vapor deposition)을 사용하여 클래딩용 석영 튜브(420)의 내벽에 외부 코어(430)를 형성하는 과정이다. 도 5를 참조하면, 상기 석영 튜브(420) 내로 외부 코어용 원료 가스를 주입하면서, 산소/수소 버너와 같은 열원(410)을 이용하여 상기 석영 튜브(420)의 외벽을 가열한다. 이 때, 상기 석영 튜브(420)는 회전하며, 상기 열원(410)은 상기 석영 튜브(420)의 길이 방향을 따라서 이

동하게 된다. 상기 석영 튜브(420)가 가열됨에 따라서 석영 튜브(420)의 내부에는 고온 영역이 형성되며, 상기 고온 영역을 지나는 원료 가스는 반응물을 생성하게 되고, 상기 반응물이 상기 석영 튜브(430)의 내면 상에 증착됨으로써 외부 코어(430)를 형성하게 된다. 상기 화학 증착법으로는 MCVD(modified chemical vapor deposition) 공정, PECVD(plasma enhanced chemical vapor deposition) 공정, OVD(outside vapor deposition) 공정 또는 VAD(vertical axillary deposition) 공정을 사용할 수 있다. 또는, 클래딩 및 외부 코어에 해당하는 석영 튜브들을 압출(extrusion) 공정 또는 인발(elongation) 공정으로 만들고, 상기 클래딩용 석영 튜브의 내부에 상기 외부 코어용 석영 튜브를 삽입한 후, 상기 클래딩용 석영 튜브의 외벽을 가열하면서 상기 두 석영관들을 융착시킴으로써 하나의 석영관을 형성하는 방법이 사용될 수 있다. 도 6에는 상기한 외부 코어 형성 과정을 거침에 따라서 외부 코어(430)가 그 내면 상에 형성된 석영 튜브(420)가 도시되어 있다.

<32>      상기 원료 물질 공급 과정은 상기 석영 튜브(420) 내에 내부 코어용 원료 물질(440)을 공급하는 과정이다. 상기 원료 물질(440)은  $O_2$ 와 접촉하지 않도록 별도의 석영 재질의 용기 내부에서 MX,  $GaS_{3/2}$ , RE 등의 원료 성분을 용융한 후, 이를 급냉각하는 공정을 거쳐서 생성된다. 도 7을 참조하면, 상기 원료 물질(440)은 상기 석영 튜브(420) 내부에 0.001~10mm 직경의 분말(powder), 조각(grain) 또는 덩어리(rod) 형태로 공급된다.

<33>      상기 내부 코어 형성 과정은 상기 석영 튜브(420) 내의 원료 물질(440)을 용융시켜서 내부 코어를 형성하는 과정이다. 도 8을 참조하면, 상기 석영 튜브(420)를 원주 방향으로 회전시키면서 상기 석영 튜브(420)의 외주면을 기설정된 온도로 가열시킨다. 상기

가열 온도는 상기 석영 튜브(420)의 연화점(softening point)보다는 낮고 상기 원료 물질(440)의 용융점(melting point)보다는 높다. 상기 석영 튜브(440)가 가열됨에 따라서, 상기 용융된 원료 물질(440)은 회전 원심력에 의해 상기 외부 코어(430) 상에 일정한 두께로 밀착된다. 이 때, 상기 석영 튜브(420) 내부에 분위기 가스가 공급될 수 있는데, 상기 분위기 가스는 He, Ne, Ar, Xe, N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> 및 I<sub>2</sub>로 이루어진 군으로부터 선택된 한 종류 이상의 기체이다.

<34> 상기 튜브 수축 과정은 상기 석영 튜브(420)를 수축시킴으로써 상기 석영 튜브(420) 내의 빈 공간을 제거하는 과정이다. 도 9를 참조하면, 상기 석영 튜브(420)를 그 연화점 이상으로 가열하고, 상기 석영 튜브(420) 내부의 빈 공간을 저압으로 유지하여 상기 석영 튜브(420)의 외부와의 압력차를 발생시킨다. 상기 석영 튜브(420)가 그 원주 방향으로 수축(collapsing)되고 그 내부 빈 공간이 제거됨에 따라서 봉 형상의 증폭용 광섬유 모제가 생성된다.

<35> 이후의 증폭용 광섬유 인출 과정으로서, 상기한 방법으로 제조된 증폭용 광섬유 모제를 광섬유 인출 설비에 탑재하고, 상기 광섬유 모제의 끝단을 용융시켜서 인출한다. 인출된 광섬유는 자외선 경화성 수지 또는 열경화성 수지로 코팅되고, 자외선이나 열로 상기 수지를 경화시켜서 외피를 형성하게 된다. 상기 외피는 상기 증폭용 광섬유의 기계적 강도를 증가시킴으로써, 상기 증폭용 광섬유를 외부 환경으로부터 보호한다.

<36> 본 발명에 따른 증폭용 광섬유는 그 조성 성분에 따라서 다양하게 구현될 수 있으며, 이러한 다양한 실시예들을 하기 <표 1> 및 <표 2>로 정리한다.

<37>

【표 1】

| 조성(mole%) |                    | 실시예 I | 실시예 II | 실시예 III | 실시예 IV |
|-----------|--------------------|-------|--------|---------|--------|
| 내부 코어     | Ge                 | 17.5  | 15     | 12.5    | 10     |
|           | As                 | 7     | 6      | 5       | 4      |
|           | S                  | 45.5  | 39     | 32.5    | 26     |
|           | CsBr               | 15    | 20     | 25      | 30     |
|           | GaS <sub>3/2</sub> | 14    | 19     | 24      | 30     |
|           | LaS <sub>3/2</sub> | 1     | 1      | 0       | 0      |
|           | Tm                 | 0.1   | 0.1    | 0.1     | 0.1    |

<38> 상기 <표 1>은 각 실시예에서 내부 코어의 조성 성분을 나타내고 있으며, 상기 실시예들에서 공통적으로 적용되는 외부 코어 및 클래딩의 조성성분들은 하기 <표 2>에 나타나 있다.

&lt;39&gt; 【표 2】

| 조성(mole%) | SiO <sub>2</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | GeO <sub>2</sub> | PbO | SiF <sub>4</sub> |
|-----------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|-----|------------------|
| 외부 코어     | 70               | 17                            | 3                             | 2                              | 2                | 5   | 1                |
| 클래딩       | 70               | 17                            | 5                             | 2                              | 2                | 3   | 1                |

<40> 이하, 대표 실시예로서 실시예 IV를 상세히 기술하고, 이와 관련된 측정 결과들을 설명하기로 한다.

#### <41> 대표 실시예

<42> 이하 도 4를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 증폭용 광섬유(300)는 내부 코어(310), 외부 코어(320) 및 클래딩(330)으로 구성되며, 상기 증폭용 광섬유(300)의 조성 성분은 상기 <표 1> 및 <표 2>에 개시되어 있다. 상기 내부 코어(310)의 직경(C)은 0.6  $\mu\text{m}$ 이고 그 굴절률은 1.58이며, 상기 외부 코어(320)의 직경(D)은 8  $\mu\text{m}$ 이고 그 굴절률은 1.4590이며, 상기 클래딩(330)의 직경(E)은 125  $\mu\text{m}$ 이고 그 굴절률은 1.45701이다. 상기

증폭용 광섬유(300)의 개구수(Numerical Aperture, NA)는 0.076이고, 1.45 $\mu$ m 파장에서의 모드 필드 직경(Mode-Field Diameter, MFD)은 9.25 $\mu$ m이며, 전송용 광섬유와의 접속 손실은 0.9dB로 나타난다. 상기 증폭용 광섬유(300)는 상기 전송용 광섬유의 개구수 0.117보다 작은 값을 가지지만, 상기 증폭용 광섬유(300)와 상기 전송용 광섬유의 모드 필드 직경이 90%이상 일치하므로 1dB 이하의 접속 손실을 구현할 수 있다. 또한, 상기 증폭용 광섬유(300)는 1.45 $\mu$ m 파장에서의 전송 손실이 0.13dB/m이고, 색분산(dispersion)이 0.080ps/nm.m이다. 상기 증폭용 광섬유(300) 내에서 1.45 $\mu$ m 파장의 광신호는 단일 모드(350)로 진행하고, 단일 모드 차단 파장(cut-off wavelength)은 1.2 $\mu$ m이며, 구부림 손실(bending loss)은 1.65 $\mu$ m 파장에서 0.2dB/km로 나타난다.

<43>      상기 증폭용 광섬유(300)는 종래의 불화물계 광섬유의 전송 손실값인 0.1dB/m보다 다소 높은 전송 손실을 나타내지만, 광섬유 증폭기 또는 광섬유 레이저에서 사용되는 광섬유의 길이가 20~40m인 점을 고려하면, 광섬유 증폭기 또는 광섬유 레이저의 사용 목적에는 적절하다고 볼 수 있다. 그리고, 종래의 불화물계 광섬유가 전송용 석영 유리 광섬유와의 기계적인 접속만이 가능하여 접속 손실이 1dB 이상이고 산포도가 높아서 재현성이 부족한 문제가 있었으나, 상기 증폭용 광섬유(300)는 전송용 석영 유리 광섬유와 융합 접속(fusion splicing)이 가능하여 높은 재현성과 낮은 접속 손실을 구현하였다. 또한, 상기 증폭용 광섬유(300)는 폴리머 코팅막인 외피(미도시)를 접속을 위해 제거하더라도 화학적으로 안정화된 석영계 클래딩(330)과 외부 코어(320)로 내부 코어가 보호되므로, 외부의 수분에 의한 상기 내부 코어(310)의 OH 화학 결합이 최소한으로 제한된다. 상기 증폭용 광섬유(300)는 광신호의 전송이 대부분 외부 코어(320)를 통해 이루어지고

유도 방출 현상이 내부 코어(310)에서만 발생하므로, 상기 내부 코어(310)가 OH 화학 결합에 의해 부분적으로 손상된 상태에서도 광손실이 최소화 된다.

<44> 도 10은 광증폭 이득 측정 장치의 구성을 나타내는 도면이며, 도 11은 도 10에 도시된 장치에 의해 측정된 광증폭 이득 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 상기 측정 장치는 파장 가변형 레이저 다이오드(510)와, 제1 및 제2 광커플러(530 및 560)와, 펌핑 레이저 다이오드(570)와, 포토다이오드(540)와, 제1 및 제2 아이솔레이터(520 및 580)와, 스펙트럼 분석기(590)로 구성된다. 상기 제1 및 제2 광커플러(530 및 560)의 사이에는 본 발명의 대표 실시예에 따른 증폭용 광섬유(300)가 접속되어 있다.

<45> 상기 파장 가변형 레이저 다이오드(510)는 1.45~1.5 $\mu$ m 파장의 광신호를 출력할 수 있으며, 상기 펌핑 레이저 다이오드(570)는 상기 증폭용 광섬유(300)를 펌핑하기 위하여 0.8 $\mu$ m 파장의 펌핑광을 400mW의 출력으로 생성한다. 상기 포토다이오드(540)에 의해 측정된 상기 광신호의 출력은 -30dBm이며, 상기 증폭용 광섬유(300)의 길이는 20m이다. 도 11을 참조하면, 60nm에 이르는 이득 평탄화된 파장 대역에서 30dB 이상의 광증폭 이득이 측정된다. 따라서, 상기 증폭용 광섬유(300)를 사용하여 S-밴드(1.45~1.5 $\mu$ m)의 광신호를 증폭하는 Tm<sup>3+</sup> 함유 광섬유 증폭기(TDFA, Tm<sup>3+</sup>-doped fiber amplifier)를 구현할 수 있다.

**【발명의 효과】**

<46> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 증폭용 광섬유는 종래에 비하여 외부 코어와 클래딩의 굴절률 차이를 줄임으로써, 광신호가 단일 모드로 진행할 수 있다는 이점이 있다.

<47> 또한, 본 발명에 따른 증폭용 광섬유는 화학적으로 안정화된 석영계 클래딩과 외부 코어로 내부 코어가 보호되므로, 수분 침투에 의한 광손실이 최소화된다는 이점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

그 내부로 진행하는 광신호를 유도 방출을 이용하여 증폭하기 위한 광섬유에 있어서,

상기 광섬유의 중심에 위치하며, MX,  $\text{GaS}_{3/2}$  및 RE를 포함하여 조성된 내부 코어와;

상기 내부 코어를 둘러싸며,  $\text{SiO}_2$ 를 포함하여 조성된 외부 코어와;

상기 외부 코어를 둘러싸며,  $\text{SiO}_2$ 를 포함하여 조성된 클래딩을 포함하여 구성되며,

상기 MX를 구성하는 M은 Na, K, Rb 및 Cs로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이며, 상기 MX를 구성하는 X는 F, Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분이고,

상기 RE는 Ce, Pr, Pm, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Dy, Er, Tm 및 Yb로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 성분임을 특징으로 하는 증폭용 광섬유.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 내부 코어는 Ge, As 및 S를 더 포함하여 조성됨을 특징으로 하는 증폭용 광섬유.

**【청구항 3】**

제2항에 있어서,

상기 내부 코어는  $\text{LaS}_{3/2}$ 를 더 포함하여 조성됨을 특징으로 하는 증폭용 광섬유.

**【청구항 4】**

제3항에 있어서,

상기 MX의 함량은 5 내지 67몰%이며,  $\text{GaS}_{3/2}$ 의 함량은 5 내지 50몰%이고, 상기 RE의 함량은 0.001 내지 5몰%임을 특징으로 하는 증폭용 광섬유.

**【청구항 5】**

제3항에 있어서,

상기 외부 코어 및 클래딩 각각은  $\text{SiF}_4$ 를 더 포함하여 조성됨을 특징으로 하는 증폭용 광섬유.

**【청구항 6】**

제5항에 있어서,

상기 외부 코어는  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{GeO}_2$ 를 더 포함하여 조성되고,

상기 클래딩은  $\text{B}_2\text{O}_3$  및  $\text{P}_2\text{O}_5$ 를 더 포함하여 조성됨을 특징으로 하는 증폭용 광섬유.

【청구항 7】

증폭용 광섬유의 제조 방법에 있어서,

석영 튜브 내로 원료 가스를 주입하면서 상기 석영 튜브를 가열하는 외부 코어 형성 과정과;

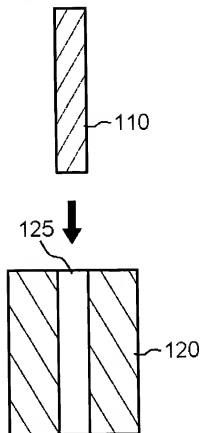
상기 석영 튜브 내에 고체 상태의 원료 물질을 공급하는 원료 물질 공급 과정과;

상기 석영 튜브를 회전시키면서 상기 석영 튜브를 가열하는 내부 코어 형성 과정과;

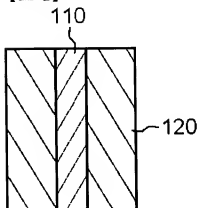
상기 석영 튜브를 그 연화점 이상으로 가열함으로써 상기 석영 튜브 내의 빈 공간을 제거하는 튜브 수축 과정을 포함함을 특징으로 하는 증폭용 광섬유의 제조 방법.

## 【도면】

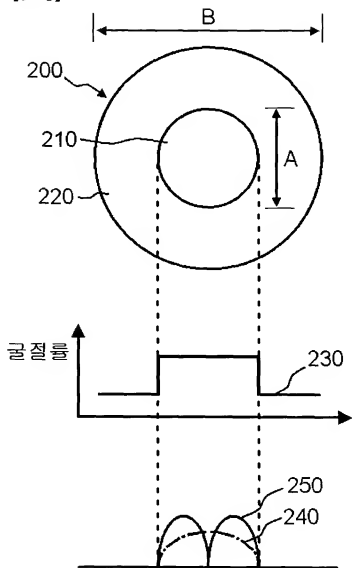
【도 1】



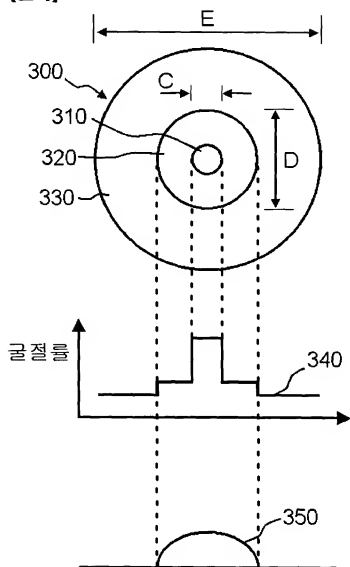
【도 2】



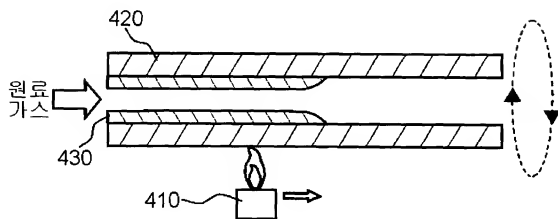
【도 3】



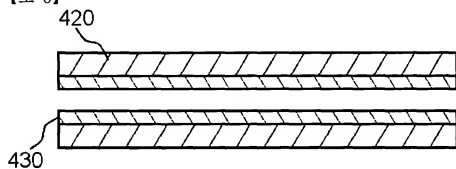
【도 4】



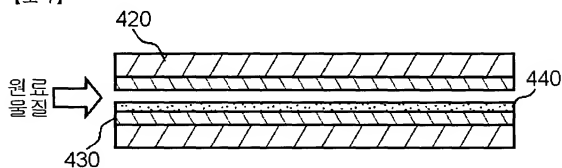
【도 5】



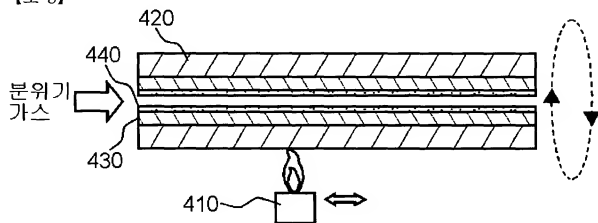
【도 6】



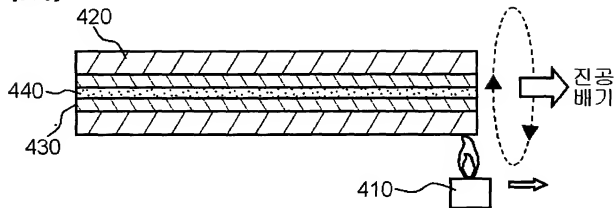
【도 7】



【도 8】



【도 9】



【도 10】

